DCF77 tijdcode standaard

Als u belang hebt bij een zeer nauwkeurige datum- en tijdregistratie kunt u gebruik maken van de tijdcode zender DCF77, die een groot deel van Europa bestrijkt. Ik ontrafelen de tijdcode die deze zender verspreidt en geef praktische tips.

Auteur: Jos Verstraten, Landgraaf, Nederland
Email: josverstraten@live.nl
Publicatiedatum: 14-01-2019

De juiste tijd
Ons hele leven wordt tegenwoordig beheerst door de tijd. Geldt dit reeds voor het dagelijkse leven, nog veel meer is dit van toepassing op het moderne wetenschappelijk onderzoek. Astronomen koppelen tientallen radiotelescopen, verspreid over de halve aardbol, aan elkaar om diep in het heelal te kunnen doordringen. Om die experimenten te kunnen synchroniseren is het van het allergrootste belang dat alle deelnemende laboratoria over de juiste tijd beschikken. Als in het dagelijkse leven een nauwkeurigheid van één minuut meer dan genoeg is, dan geldt voor dit soort experimenten dat de tijd precisie minstens een factor 1.000.000 groter moet zijn.

Eenheid van tijd
De eenheid van tijd is uiteraard de seconde. Dit lijkt voor de hand liggend, maar toch werd deze eenheid eerst in het jaar 1968 officieel wereldwijd gedefinieerd. Dit gebeurde op de *'Conférence Génerale des Poids et des Mesures'* (de internationale conferentie van gewichten en maten), een vergadering die zich bezig hield met het internationaal standaardiseren van allerlei soorten eenheden. Op die conferentie werd de eenheid van tijd gedefinieerd als *'de tijdsduur van 9.192.631.770 perioden van de straling die wordt uitgezonden als een elektron van het atoom Cesium$_{133}$ overspringt van het ene naar de andere hyperfijne niveau van de grondtoestand van het atoom'.*
Die definitie kunt u alleen begrijpen als u heel veel weet over de kwantummechanica, de wetenschap die het gedrag van atomen probeert te begrijpen. In het kort komt het er op neer dat elektronen die rond de kern van een atoom draaien vaste banen hebben. Iedere baan komt overeen met een bepaalde energie van het elektron. Als een elektron van de ene naar de andere baan overspringt, zal dat elektron ofwel een bepaalde hoeveelheid energie moeten opnemen ofwel een bepaalde hoeveelheid energie moeten afstaan. Dat afstaan van energie uit zich onder de vorm van het uitzenden van straling. Zoals ieder stralingsverschijnsel heeft ook die elektronenstraling een bepaalde golflengte en dus frequentie. De energieën die bij de banen horen zijn uiterst stabiel, misschien zijn dit wel de stabielste parameters van de materie. De frequentie van de uitgezonden straling is dus ook zeer stabiel. Men heeft methoden ontwikkeld om de frequentie van deze straling met een absolute nauwkeurigheid te kunnen meten.

Atoomklokken
Dat meten van die frequentie gebeurt in apparaten, die men in de volksmond *'atoomklokken'* noemt. Een atoomklok is niet zoiets als een klein wekkertje dat u op uw nachtkastje zet, maar is een ingewikkeld en zeer duur laboratoriumapparaat, dat officieel *'Cesium Beam Standard'* heet. In onderstaande figuur wordt het hart van een dergelijk apparaat voorgesteld, de buis waarin Cesium$_{133}$ aan het trillen wordt gebracht en waarin men de elektronenstraling kan omzetten in een wisselspanningssignaal met een uiterst stabiele frequentie van 9.192.631.770 Hz. Via ingewikkelde schakelingen kan men uit dit GHz-signaal een uiterst

nauwkeurige referentie van bijvoorbeeld 10 MHz afleiden.



De Cesium Beam Standard in het Physikalisch Technischen Bundesanstalt in Braunschweig, Duitsland. (© 1997 Jörg Behrens)

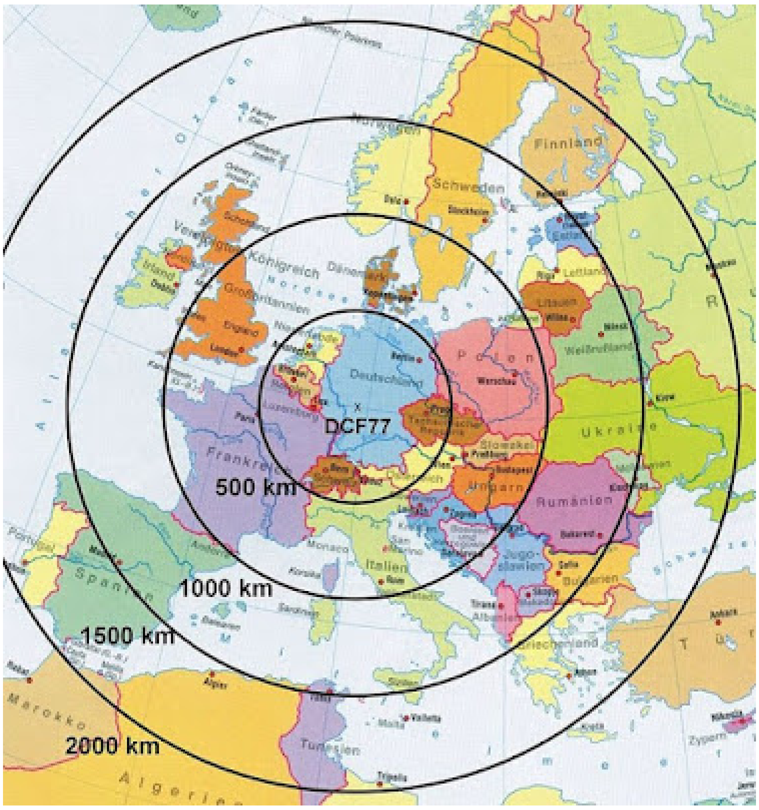
Universele wereldtijd
Met de zeer nauwkeurige frequenties die dergelijke apparaten genereren kan men klokken sturen. Op deze manier is men erin geslaagd niet alleen een internationale standaard af te spreken voor de definitie van de seconde, maar ook een internationale tijd.
Deze tijd wordt UTC genoemd, de afkorting van *'Universal Time Coördinates'*. Van deze wereldtijd, die overigens een aardse tijd is en geen astronomische, worden alle tijdzones in de wereld afgeleid.
In West-Europa wordt bijvoorbeeld gewerkt met MEZ en MESZ. Dat zijn de afkortingen van respectievelijk *'MittelEuropäische Zeit'* en *'MittelEuropäische Sommer Zeit'*. MEZ wordt ook wel *'Central European Time'* (CET) genoemd. Tussen UTC, MEZ en MESZ bestaan de volgende relaties:

MEZ = UTC + 1 uur = UTC+1
MESZ = UTC + 2 uur = UTC+2

Tijdcode zenders
Cesium Beam Standards en de daarvan afgeleide UTC-klokken zijn te duur voor algemeen gebruik. Vandaar heeft men een eenvoudige oplossing gezocht om de internationale seconde en UTC-standaard goedkoop beschikbaar te stellen. Over de gehele aardbol is een netwerk van radiozenders opgericht, die geen muziek of spraak uitzenden, maar alleen een draaggolf. De frequentie van die draaggolf is rechtstreeks afgeleid van een Cesium Beam Standard, zodat die frequentie uiterst nauwkeurig is. U kunt die zenders uit de lucht plukken, de draaggolf versterken, omzetten in een digitaal signaal en door middel van frequentiedelers omzetten in een één seconde pulstrein. Met deze pulstrein kunt u dan natuurlijk een digitale klok sturen. Uit de aard der zaak lopen deze klokken dan zeer nauwkeurig, het enige dat moet gebeuren is de klok één keer precies gelijk zetten met de internationale UTC-standaard. Dat eenmalig gelijk zetten met de standaard is natuurlijk niet zo eenvoudig. Bovendien is het jammer om de tijdcode zenders niets meer dan een ongemoduleerde draaggolf te laten uitzenden. Vandaar moduleert men deze draaggolf met een bepaalde seriële digitale code, die de officiële UTC-tijd bevat uitgedrukt in minuten, uren, dagen, maanden en jaren. Deze digitale code wordt om de minuut uitgezonden, zodat het in principe mogelijk is klokken om de minuut de synchroniseren met de officiële UTC-tijd.

De DCF77 zender
In Nederland en België moet u afstemmen op de zender DCF77. Deze zender wordt onderhouden door het Duitse *'Physikalisch Technischen Bundenanstalt'* (PTB) en staat in het plaatsje Mainflingen, 25 km ten zuidoosten van Frankfurt am Main. De draaggolf heeft een frequentie van 77,5 kHz waarvan de afwijking kleiner is dan $2 \bullet 10^{-13}$ Hz over een periode van honderd dagen. Dat betekent dus dat deze frequentie over een periode van honderd dagen

tot ver in het µHz-bereik gelijk blijft aan de waarde van 77,5 kHz. DCF77 is een typische lange golf zender, die ondanks zijn vrij laag vermogen van 50 kW toch binnen een straal van ongeveer 1.000 km goed te ontvangen is.



Het bereik van de DCF77 zender.
(© PTB, Physikalisch-Technischen Bundesanstalt)

Wat kunt u er mee doen?
Hobbyisten kunnen de referentiefrequentie en de tijdcodering op drie manieren gebruiken.

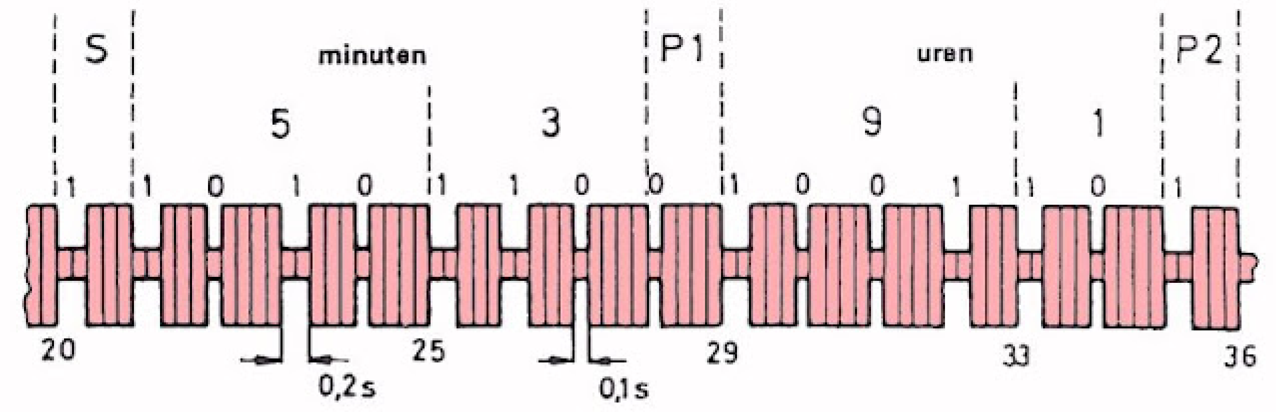
- **Frequentiemeters ijken.**
  De meeste zelfbouw frequentiemeters hebben een kristaloscillator als referentie. Nu is het een groot probleem om deze oscillator te ijken. U hebt immers geen referentie in huis! Door een klein ontvangertje te bouwen, afgestemd op DCF77, kunt u dit probleem oplossen. Op de uitgang staat natuurlijk de uiterst nauwkeurige frequentie van 77,5 kHz. U kunt deze meten met de digitale frequentiemeter en de trimmer van de tijdbasisoscillator verdraaien tot de meter de juiste frequentie aangeeft.
- **Frequentiereferentie maken.**
  Uit de frequentie van 77,5 kHz kunt u door digitale technieken en phase locked loop's toe te passen een zeer stabiele frequentie van bijvoorbeeld 10 MHz afleiden. Deze frequentie heeft dan dezelfde nauwkeurigheid als de draaggolf van de zender. Uit de 10 MHz kunt u door tiendelers frequenties van 1 MHz, 100 kHz, etc. afleiden. U hebt dan een laboratorium frequentiestandaard die u kunt gebruiken het afregelen van frequentiemeters en oscillatoren.
- **Een DCF77 klok maken.**
  De DCF77 zender zendt niet alleen de draaggolf uit, maar ook de digitale UTC-code. U kunt deze code van de draaggolf scheiden en er een zeer nauwkeurige digitale klok mee bouwen. Helaas is het niet zo eenvoudig de code met 'normale' elektronica om te zetten naar signalen die de display's van de klok aansturen. Het internet staat echter vol met code waarmee u een Arduino tot een uiterst nauwkeurige DCF77 klok kunt ombouwen.

Betrouwbaarheid
Het signaal van de DCF77 zender wordt door tal van instanties gebruikt voor het

synchroniseren van hun klokken. Het is dus duidelijk dat al die instanties afhankelijk zijn van een betrouwbare ontvangst van de zender. Als de hoofdzender wordt uitgeschakeld voor onderhoudswerkzaamheden wordt een reservezender ingeschakeld. Tijdelijke uitval van de zender kan voorkomen door onweer in de buurt. Daar is weinig tegen te doen en het is dus van belang dat iedere klok die door DCF77 gesynchroniseerd wordt ook beschikt over een eigen tijdbasis, die de klok verder laat lopen als het zendersígnaal even weg valt. Als nadien het zendersignaal weer wordt ontvangen kan de klok weer door de microprocessor gelijk gezet worden met de ontvangen tijdcode. Het systeem werkt erg betrouwbaar. In de periode van 1974 tot en met 1978 werden slechts zes zenderuitvallen geconstateerd, die langer dan één uur duurden.

De seriële tijdcode van DCF77

Amplitude modulatíe
Per minuut zendt de DCF77 zender 59 bits uit. Deze bits worden om de seconde op de draaggolf gemoduleerd door het reduceren van de amplitude van de draaggolf tot 25 %. Deze reductie duurt 100 ms als een bit een 'L' is en 200 ms als een bit een 'H' is. Het begin van de draaggolfreductie komt precies overeen met het begin van een nieuwe seconde in de officiële UTC-tijd. Het door de zender uitgestraalde signaal ziet er dus uit zoals voorgesteld in onderstaande figuur. De betekenis van de bits S, P1 en P2 wordt later uitgelegd.



Het door de DCF77 zender uitgestraalde signaal. (© 2019 Jos Verstraten)

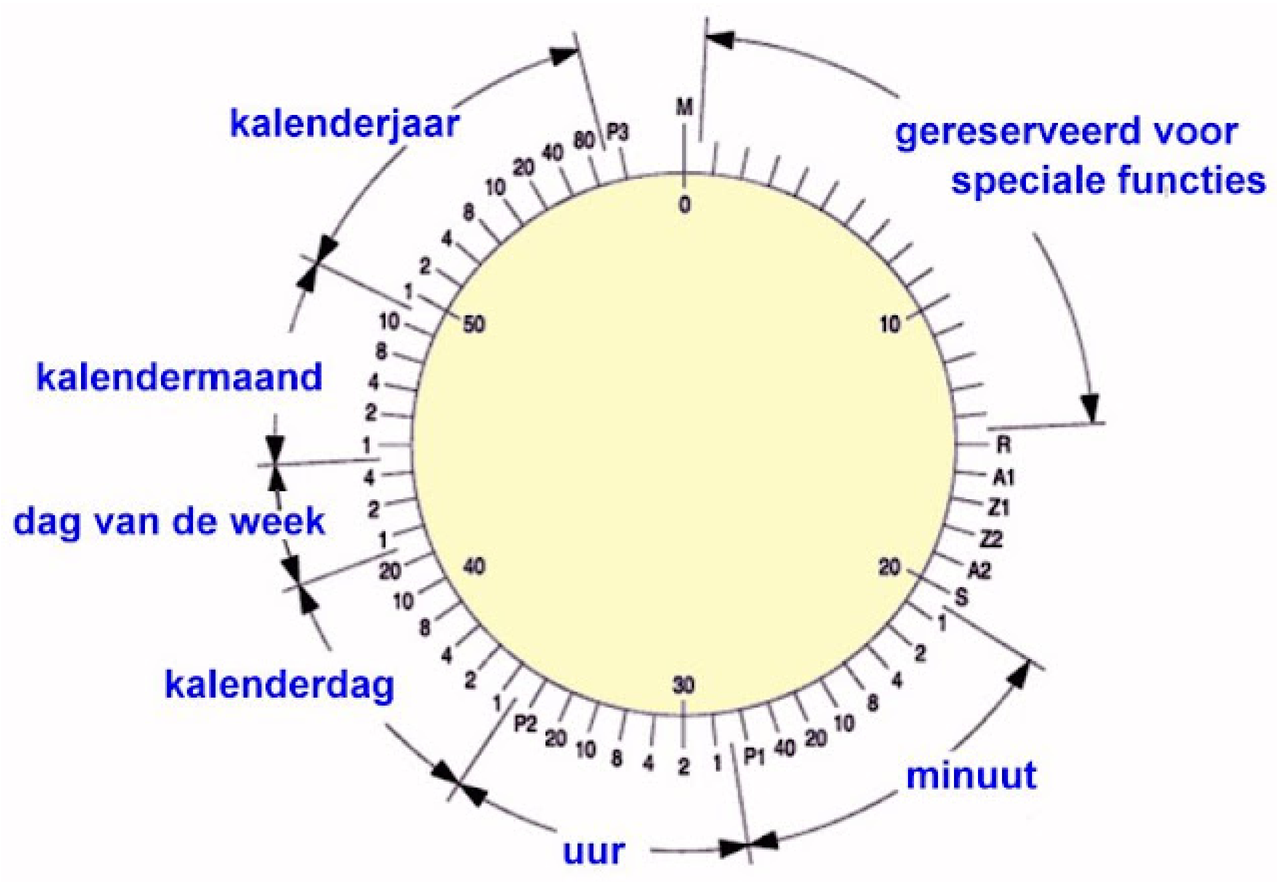
De samenstelling van de tijdcode
Van de in totaal 59 bits die per minuut worden uitgezonden, worden er 35 gebruikt voor het coderen van de actuele UTC-tijd en wel volgens onderstaand systeem:

- 7 bits voor de minuten, met een praktisch decimaal bereik van 00 tot en met 59.
- 6 bits voor de uren, met een praktisch decimaal bereik van 00 tot en met 23.
- 6 bits voor de kalenderdag, met een decimaal bereik van 01 tot en met 31.
- 3 bits voor de weekdag, met een praktisch decimaal bereik van 1 tot en met 7.
- 5 bits voor de maand, met een praktisch decimaal bereik van 01 tot en met 12.
- 8 bits voor het jaar, met een praktisch decimaal bereik van 00 tot en met 99.

Hierbij geldt dat de maandag als eerste dag van de week wordt beschouwd.
Deze codes staan in het BCD-formaat, zodat de bits van laag naar hoog het gewicht hebben van 1, 2, 4, 8, 10, 20, 40 en 80. Door het gewicht van de hoge bits bij elkaar op te tellen ontstaat de decimale waarde van een grootheid. Als de zes uren-bits bijvoorbeeld de codering 'L-H-H-L-H-L' hebben, dan komt dit overeen met een decimale tijd van 0 + 2 + 4 + 0 + 10 + 0 = 16 uur.

De totale code
Zoals reeds geschreven bevat de totale code 59 bits. Hoe die in de minuut verdeeld zijn volgt uit onderstaande figuur. De eerste veertien bits worden niet gebruikt voor het coderen van de tijd en kunnen gebruikt worden voor allerlei speciale doeleinden. Nadien volgen zes bits, die

ook niet tot de tijdcodering horen, maar wel een speciale betekenis hebben.



De totale code van één cyclus. (© PTB, Physikalisch-Technischen Bundesanstalt)

De speciale bits
De eerste 14 bits zijn gereserveerd voor speciale functies. Nadien volgen zes bits waarvan de functie nu wordt besproken:

- **Het R-bit.**
  Het R-bit geeft met 'H' aan dan naar de reservezender is omgeschakeld.
- **Het A1-bit.**
  Dit bit geeft aan dan wordt overgeschakeld van zomertijd naar wintertijd of vice-versa en wel door één uur voor het overschakelen 'H' te worden. Let wel dat uiteraard gebruik wordt gemaakt van de Westeuropese zomer- en wintertijd.
- **Het A2-bit.**
  Dit bit wordt gebruikt om de correctie aan te kondigen die af en toe noodzakelijk is om de aardse tijd weer synchroon te laten lopen met de astronomische tijd. U leest wel eens in de krant dat men beslist heeft een bepaalde dag één seconde langer te laten duren. Deze aanpassing, waaraan ingewikkelde astronomische motieven ten grondslag liggen, wordt met dit bit aangekondigd en wel door dit bit één uur voor de correctie 'H' te sturen.
- **De Z-bits.**
  Deze bits geven aan dat de tijdcodering volgens de zomertijd of volgens de wintertijd wordt uitgezonden. De tijdcodering van de DCF77 zender volgt in basis de UTC-tijd. Deze codering is in Centraal Europa niet bruikbaar, de MEZ loopt één uur voor op de UTC, de MESZ zelfs twee uur. Deze twee gegevens worden gecodeerd in de Z-bits, zodat de actuele tijd in Centraal Europa bepaald wordt door de uitdrukking: Tijd = UTC + bit 18 + 2 ● bit 17
- **Het S-bit.**
  Dit bit is het startbit van de BCD-gecodeerde tijdinformatie en is altijd 'H'.

Pariteitsbits

Naast de beschreven bits worden nog drie zogenoemde P-bits opgenomen. Deze liggen verspreid over de minuut en zijn pariteitsbits, waarmee de ontvanger de geldigheid van de ontvangen code kan controleren. Deze P-bits nemen de posities 28, 35 en 58 in en worden als volgt gebruikt:

- **Het P1-bit.**
  Dit bit, op positie 28, wordt gebruikt voor het controleren van de geldigheid van het zeven bit lange minuten woord.
- **Het P2-bit.**
  Dit bit, op positie 35, wordt gebruikt voor het controleren van de geldigheid van het zes bit lange uren woord.
- **Het P3-bit.**
  Dit laatste pariteitsbit, op positie 58, kan gebruikt worden voor het controleren van de geldigheid van de overige 22 bits, dus voor de geldigheid van de kalenderdag, de weekdag, de maand en het jaar.

Uiteraard is niemand verplicht deze controle uit te voeren. Dat is eigenlijk ook een beetje overbodig, want vergeet niet dat de gegevens om de minuut worden ververst!

Start van een nieuwe minuut
De officiële start van een nieuwe minuut wordt gecodeerd door in de laatste seconde van de vorige minuut geen bit uit te zenden. Tussen bit P3 en het eerste bit van de nieuwe minuut zit dus een langer dan normale pauze, waarin de draaggolf op 100 % van zijn amplitude wordt uitgezonden. Dit verschijnsel kunt u tamelijk eenvoudig elektronisch decoderen, waardoor u bijvoorbeeld op een heel simpele manier minuten synchronisatiepulsen uit het DCF77 kunt afleiden.

Morse-code
Driemaal per uur, in de 19e, de 39e en de 59e minuut, wordt twee maal achter elkaar de code *'DCT 77'* in morse uitgezonden. Elk morsesymbool wordt tussen twee seconden codes uitgezonden, waarbij gebruik wordt gemaakt van een modulatie van de draaggolf met een blokgolf van 250 Hz. De modulatiediepte bedraagt 25 %.

Belangrijke opmerking
Radiosignalen hebben geen oneindig hoge snelheid, maar verplaatsen zich met de snelheid van het licht, dus ongeveer 300.000 km/s. De nauwkeurigheid van de ontvangen signalen wordt dus beïnvloed door de afstand tussen de zender en de ontvanger. Is de zender 1.000 km ver weg, dan zal de ontvanger ruim 3 milliseconden achterlopen. Die geringe afwijking zal zelden van belang zijn en desgewenst kan men ervoor corrigeren, aangezien de afstand tot de zender bekend is en meestal constant is.

Zelfbouw schakelingen voor de DCF77 signalen

Inleiding
De DCF77 zender is in Nederland en België wel goed te ontvangen, maar het ontvangen signaal is zwak. Er moet dus gebruik worden gemaakt van een actieve antenne en nadien een zeer gevoelige ontvanger met modulator. De totale versterking moet minstens 10.000 bedragen. De ferrietkern van de antenne moet het best loodrecht geplaatst worden op de richting naar Frankfurt.

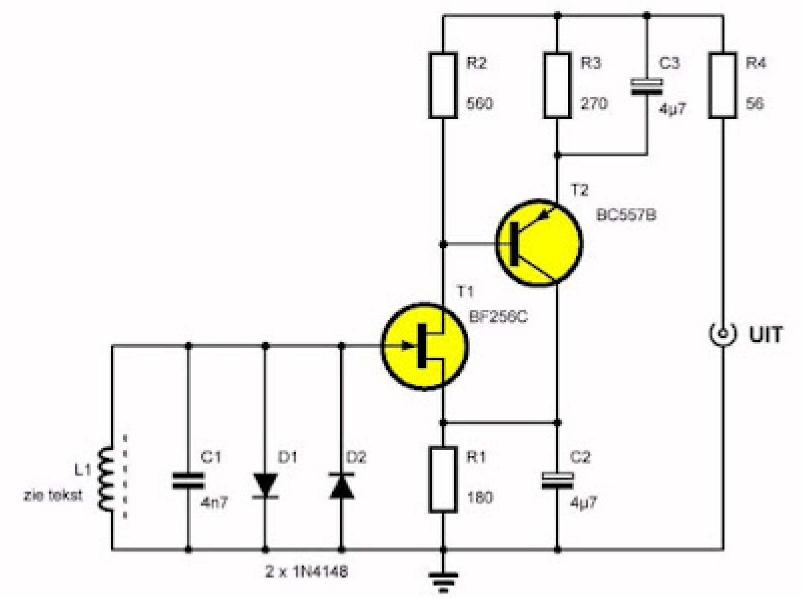
Belangrijke opmerking
Het zal duidelijk zijn dat het normaal in radio-ontvangers toegepaste superheterodyne principe, waarbij u werkt met een lokale oscillator, een mengtrap en een middenfrequent versterker, alleen bruikbaar is als u de tijdcode uit het signaal wilt halen. Wilt u het signaal van de DCF77 zender gebruiken als frequentiestandaard, dan kunt u natuurlijk niet gaan mengen met een lokale oscillator. De nauwkeurigheid van het middenfrequent signaal is dan volledig

afhankelijk van de nauwkeurigheid van de lokale oscillator en deze is natuurlijk niet als frequentiestandaard te beschouwen. In dat geval moet u werken met een rechtuit ontvanger, waarbij de draaggolf van de zender rechtstreeks wordt versterkt en verwerkt.

Een actieve antenne

Wie alleen geïnteresseerd is in het ontvangen van de referentie frequentie van 77,5 kHz komt vaak al een heel eind door niet meer dan een actieve antenne tegen de gevel te schroeven. Door gebruik te maken van een degelijke antenneversterker kunt u als basis vrij kleine ferrietstaven gebruiken. In onderstaande figuur is als voorbeeld een door Elektuur ontwikkelde actieve antenne getekend. De antennespoel L1 bestaat uit 100 windingen CuL-draad met een diameter van 0,2 mm, vrij gewikkeld op een ferrietstaaf met een lengte van 10 cm en een diameter van 1 cm.

De spoel vormt met de condensator C1 een afgestemde kring waarvan de resonantiefrequentie rond 77,5 kHz ligt. De twee díoden D1 en D2 beschermen de FET T1 tegen te hoge gate-spanningen die bijvoorbeeld zouden kunnen ontstaan in de spoel als er een bliksem in de buurt inslaat. De FET versterkt het gate-signaal ongeveer twintig keer. Het signaal wordt nadien laagimpedant uitgekoppeld door de transistor T2. U kunt de schakeling voeden uit een spanning van +12 V, waarbij deze spanning via de coax-kabel die de actieve antenne met de opvolgende schakeling(en) verbindt toegevoerd kan worden. Deze voeding moet via een weerstand worden aangeboden aan de coax-kabel, zodat de voedingsspanning wordt gemoduleerd door het ontvangen signaal. Dit kan dan capaciteit worden afgenomen van de coax-kabel. De elektronica moet bij de ferrietstaaf worden gemonteerd. Het geheel kan bijvoorbeeld worden ondergebracht in een waterdichte kunststof behuizing en tegen de gevel van uw huis bevestigd. Hoe hoger, hoe beter!



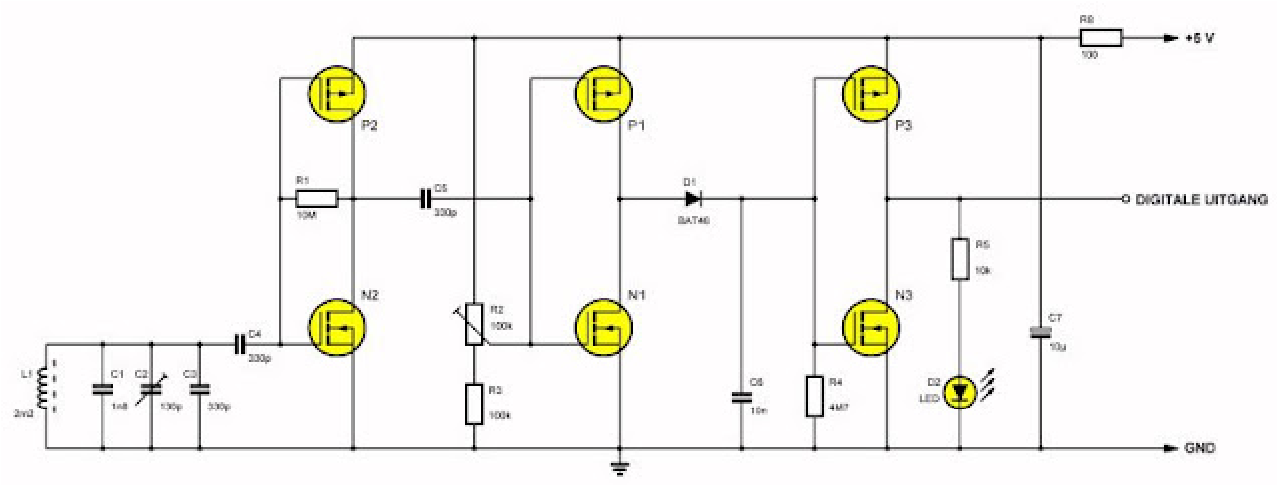
Een voorbeeld van een actieve antenne, afgestemd op 77,5 kHz. (© Elektor)

Een rechtuit ontvanger

Bij een rechtuit ontvanger word geen menger toegepast die het signaal van de ontvangen zender reduceert tot een lagere middenfrequent waarde. Het 77,5 kHz signaal gaat dus doorheen de volledige schakeling, van antenne tot uitgang. In onderstaande figuur is een schema voorgesteld dat is ontwikkeld door Martin Müller. De schakeling is samengesteld rond een IC van het type CD4007. Deze chip bevat zes MOSFET's in een DIL-14 behuizing.

Het is belangrijk dat u de as van de ferrietantenne loodrecht op de richting naar Mainflingen uitlijnt en dat het ingangscircuit zo optimaal mogelijk wordt uitgebalanceerd. Een ferrietstaaf met een diameter van 6 mm wordt bewikkeld in twee lagen met 150 tot 200 wikkelingen van 0,2 mm CuL draad. De spoel heeft dan een inductie van ongeveer 2,2 mH. Als gevolg hiervan moet de condensator die nodig is om de resonantiekring bij 77,5 kHz in resonantie te brengen theoretisch een capaciteit hebben van ongeveer 1,9 nF. In de praktijk blijkt echter een parallel-schakeling van 1,8 nF, 330 pF en 130 pF het best te voldoen. De trimcondensator C2 (130 pF) wordt gebruikt voor de afregeling van de resonantiekring.

De schakeling wordt gevoed met een 5 V_{dc} spanning. De weerstanden R6 (100 Ω) en C7 (10 µF) zorgen voor een extra afvlakking van de voedingsspanning. Het ingangssignaal wordt versterkt door het FET-paar P2/N2 en gaat via de condensator C5 naar het paar P1/N1. Deze twee FET's zijn als inverter geschakeld. De uitgangsspanning op de pennen 8 en 13 gaat van 5 V naar 0 V als de gate-spanning stijgt van ongeveer 2,75 V naar ongeveer 2,9 V. De spanning op de gate wordt in dit bereik ingesteld via de trimpotentiometer R2 en de vaste weerstand R3. Het uitgangssignaal van deze trap wordt weer versterkt door deze trap en voorzien van een instelspanning. Nadat het signaal is gelijkgericht door D1 wordt het omgezet in een mooie digitale spanning door het paar P3/N3.



Een rechtuit versterker, afgestemd op 77,5 kHz. (© Martin Müller)

Tijdcode decoders

De tot nu toe beschreven schakelingen doen niets anders dan het radiosignaal van de DCF77 zender uit de ether plukken, het versterken en er de seriële digitale tijdcode uit afleiden. Wilt u de zender gebruiken voor het sturen van een digitale klok, dan moet u de seriële code omzetten naar BCD-informatie, waarmee u in totaal acht zeven-segment indicatoren kan sturen. Alle in de vakliteratuur gepubliceerde schakelingen (en dat zijn er heel wat) gebruiken hiervoor een microprocessor. Het besturingssysteem van de processor wordt dan eenmalig geschreven in het EPROM-geheugen van de processor. Toch lijkt het mogelijk op een vrij eenvoudige manier de display's rechtstreeks uit de seriële code aan te sturen. Voor de ervaren nabouwer/ster wordt in het kort een blokschematisch schakeling voorgesteld in onderstaande figuur.

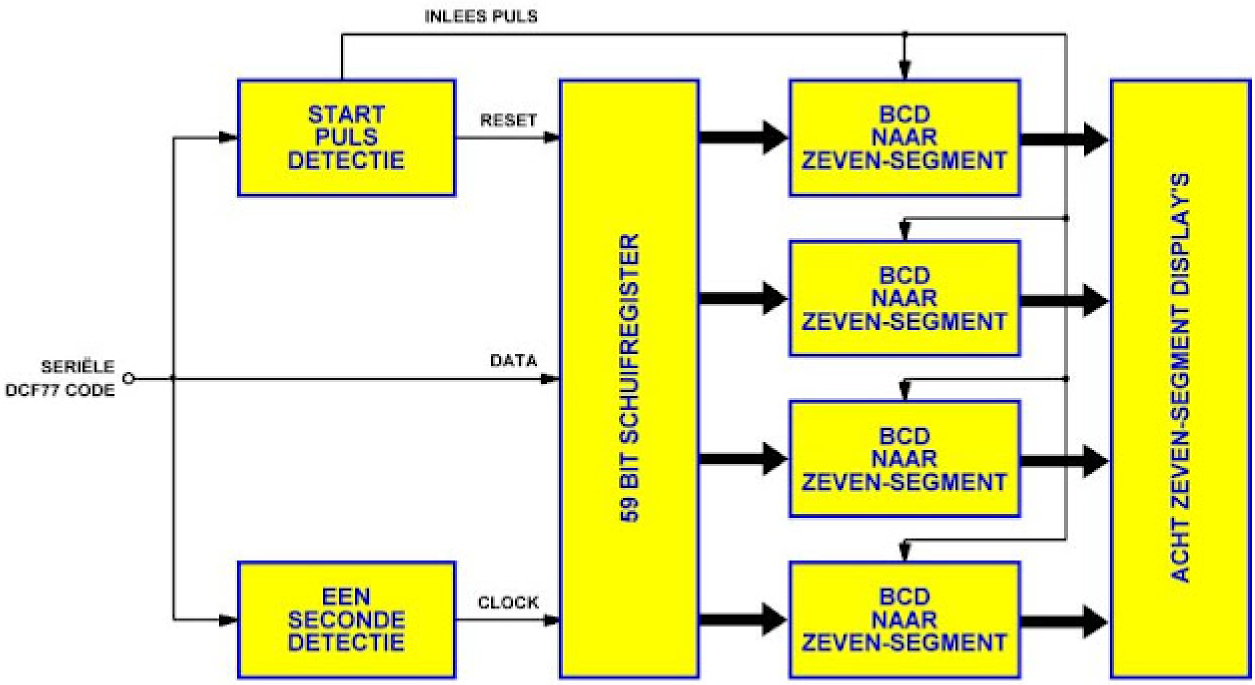
Uit de seriële DCF77 code kunt u op een vrij eenvoudige manier de start van een nieuwe cyclus aflezen. Dat is namelijk het enige moment waar er gedurende meer dan een seconde geen code wordt uitgezonden. U kunt hiervoor een differentiator gebruiken die een elco oplaadt uit de code tot een bepaalde spanning. Deze spanning kan door een comparator geëvalueerd worden en stijgt alleen tussen bit P3 en het eerste bit van de nieuwe minuut naar een bepaalde waarde. De comparator levert dan een uitgangspuls. Hieruit kunt u eerst een inleespuls genereren, die de inhoud van de bits van een schuifregister inleest in BCD naar zeven-segment decoders met ingebouwde latch.

Nadien volgt een korte resetpuls voor het schuifregister, zodat de inhoud 'L' wordt.

Op een even eenvoudige manier is de één seconde puls op te wekken. Ook nu kunt u gebruik maken van het verschil in draaggolf-amplitude of kunt de puls rechtstreeks afleiden uit de seriële code. Deze één seconde puls wordt gebruikt als clock voor het schuifregister. De seriële code zélf wordt aan de DATA-ingang van het register aangelegd. Natuurlijk moet u dan wel een manier verzinnen om de smalle en bredere pulsen in de seriële code om te zetten naar 'echte' digitale nullen en enen. Dat zou kunnen door gebruik te maken van enige monostabiele multivibratoren.

Het register moet een breedte van 59 bits hebben. Na het wegvallen van de RESET worden alle 59 bits van de seriële code netjes een na een op het ritme van de CLOCK in het register ingelezen. Na afloop van een cyclus bevat het register dus de net uitgezonden seriële code in parallelle vorm. Het volstaat nu de juiste Q-uitgangen van het register aan de D-ingangen van de BCD naar zeven-segment decoders aan te leggen. Omdat de tijdgegevens BCD-

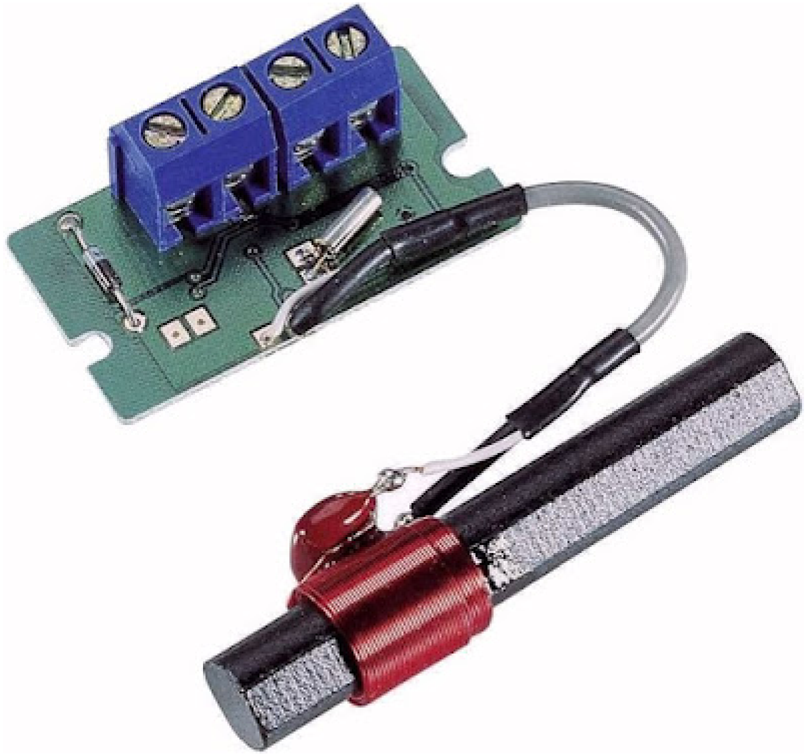
gecodeerd zijn, zullen de zeven-segment display's rechtstreeks de juiste tijd en datum aangeven.
Bij dit principe moet wel opgemerkt worden dat er geen rekening wordt gehouden met de omzetting van de UTC-tijd naar MEZ en MESZ. Maar ook deze gegevens kunnen uit het schuifregister worden gehaald en het volstaat met enige poorten te decoderen of de bits Z1 en Z2 'L' of 'H' zijn. Door nu tussen de uitgangen van het schuifregister die de uren-code bevatten en de BCD-decoder een opteller op te nemen, moet het mogelijk zijn 1 of 2 bij de uren-code op te tellen.



Het blokschema van een experimentele hardwarematige DCF77 decodering. (© 2019 Jos Verstraten)

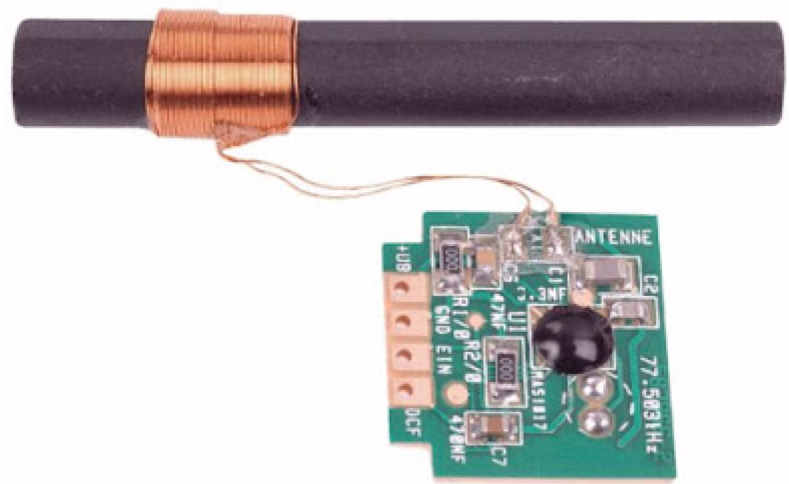
Kant-en-klare DCF77 modules

De BN-641138 van Conrad
Conrad heeft een kant-en-klare DCF77 module in de aanbieding, helaas is deze bij gebrek aan Chinese concurrentie wel aan de prijzige kant (€ 13,39 bij publicatie van dit artikel). In onderstaande foto ziet u deze BN-641138 ontvanger die u moet voeden tussen de pennen 1 en 2 uit een gelijkspanning tussen 2,5 V en 15,0 V en maximaal 3 mA stroom verbruikt. De uitgang levert het DCF77 signaal op pen 4 en het geïnverteerde signaal op pen 3. Deze signalen kunt u rechtstreeks aan een Arduino aansluiten.



De BN-641138 die wordt geleverd door Conrad. (© Conrad Elektronik)

De 950051 van Kundo XT
Deze 20 mm bij 20 mm grote module wordt onder andere door Reichelt geleverd in kost € 14,03. Ook deze module levert een DC77 signaal dat u rechtstreeks aan een digitale schakeling kunt aanbieden. De voeding bedraagt 2,2 V tot 5,0 V bij een maximale stroom van slechts 100 µA. Op de uitgang verschijnt de geïnverteerde pulstrein van de DCF77 code. Deze module heeft een hoog-actieve standby-ingang, waarmee de elektronica wordt uitgeschakeld. De stroomopname daalt dan tot 5 µA.



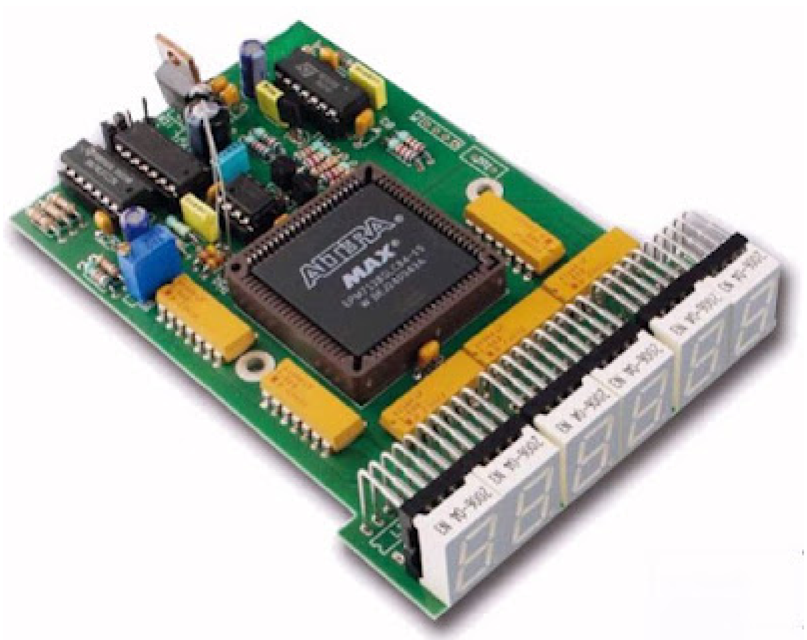
De 950051-module van Kundo XT. (© Reichelt Elektronik)

Het NC LED CLOCK 2 bouwpakket van NixieCron
Deze origineel uitziende klok in bouwpakket loopt met een eigen kristaloscillator, maar heeft een ingang waarop u de uitgang van de 950051 module kunt aansluiten. Dit bouwpakket kost ongeveer € 40,00 en wordt onder andere aangeboden door Reichelt.



Deze NixieCron klok kunt u aansturen met een DCF77 module.
(© Reichelt Elektronik)

De Elektuur DCF77 klok
Tot slot willen wij nog even uw attentie voor een origineel nabouwontwerp van een DCF77 gestuurde klok, die verschenen is in Elektuur nummer 2 van jaargang 2007. De decodering van de DC77 pulstrein naar de aansturingssignalen voor zevensegment display's zit hier namelijk ingebakken in een CPLD, oftewel een *'Complex Programmable Logic Device'* van het type EPM7128SLC84-15. Ook dit ontwerp moet aangestuurd worden door een externe DCF77 ontvanger die de seriële code levert. Zowel de print als de geprogrammeerde CPLD zijn nog steeds bij de uitgeverij te bestellen.



Een Elektuur ontwerp van een DCF77 klok. (© Elektor)